



(12) **Offenlegungsschrift**

(21) Aktenzeichen: **10 2020 115 424.0**

(22) Anmeldetag: **10.06.2020**

(43) Offenlegungstag: **16.12.2021**

(51) Int Cl.: **G01B 7/30 (2006.01)**

(71) Anmelder:

HELLA GmbH & Co. KGaA, 59557 Lippstadt, DE

(72) Erfinder:

Nordhorn, Johannes, 33442 Herzebrock-Clarholz, DE; Thamer, Steffen, 44807 Bochum, DE; Utermoehlen, Fabian, 59557 Lippstadt, DE; Weber, Harry, 59555 Lippstadt, DE

(56) Ermittelter Stand der Technik:

DE	10 2004 027 954	A1
US	2019 / 0 063 956	A1
US	2019 / 0 310 148	A1

Rechercheantrag gemäß § 43 PatG ist gestellt.

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen.

(54) Bezeichnung: **Induktiver Positionssensor**

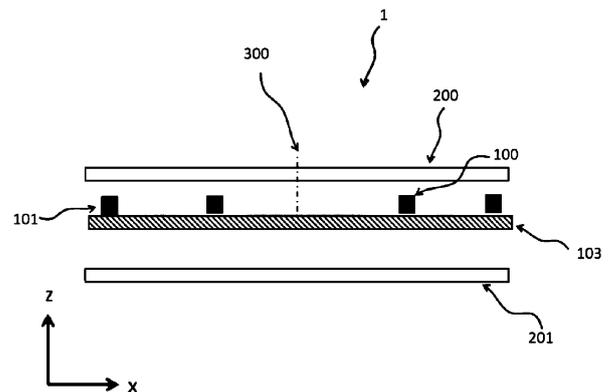
(57) Zusammenfassung: Die vorliegende Erfindung betrifft einen induktiven Positionssensor (1), insbesondere für ein Kraftfahrzeug,

- mit einem ersten Statorelement, welches eine mit einer periodischen Wechselspannung beaufschlagte erste Erregerspule (101), sowie ein erstes Empfangssystem (100) aufweist, wobei das Signal der ersten Erregerspule (101) in das erste Empfangssystem (100) induktiv einkoppelt,

- mit einem ersten Rotorelement (200), welches die Stärke der induktiven Kopplung zwischen erster Erregerspule (101) und erstem Empfangssystem (100) in Abhängigkeit seiner Winkelposition relativ zum ersten Statorelement beeinflusst,

- mit einem Metallelement (201), wobei das Metallelement (201) und das erste Rotorelement (200) drehfest auf einer Welle (300) angeordnet sind,

- mit einer Auswerteschaltung zur Bestimmung der Winkelposition des ersten Rotorelementes (200) relativ zum ersten Statorelement aus den in das erste Empfangssystem induzierten Spannungssignalen, dadurch gekennzeichnet, dass das erste Rotorelement (200) und das Metallelement (201) jeweils als Leiterschleife mit einer periodischen Geometrie ausgebildet sind und die Periodizitäten von dem ersten Rotorelement (200) und dem Metallelement (201) in einem vorgegebenen ganzzahligen Verhältnis stehen.



Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft einen induktiven Positionssensor, insbesondere für ein Kraftfahrzeug, mit einem ersten Statorelement, welches eine mit einer periodischen Wechselspannung beaufschlagte erste Erregerspule, sowie ein erstes Empfangssystem aufweist, wobei das Signal der ersten Erregerspule in das erste Empfangssystem induktiv einkoppelt, mit einem ersten Rotorelement, welches die Stärke der induktiven Kopplung zwischen erster Erregerspule und erstem Empfangssystem in Abhängigkeit seiner Winkelposition relativ zum ersten Statorelement beeinflusst, mit einem Metallelement, das die induktive Kopplung zwischen erster Erregerspule und erstem Empfangssystem beeinflussen kann, wobei das Metallelement drehfest auf einer gemeinsamen Welle mit dem ersten Rotorelement verbunden ist und mit einer Auswerteschaltung zur Bestimmung der Winkelposition des ersten Rotorelementes relativ zum ersten Statorelement aus den in das erste Empfangssystem induzierten Spannungssignalen.

[0002] Induktive Positionssensoren werden in modernen Kraftfahrzeugen in unterschiedlichsten Anwendungen mit einer Vielzahl von Randbedingungen eingesetzt. Insbesondere kommen induktive Positionssensoren dort zum Einsatz, wo eine Winkelstellung eines Rotors erfasst werden soll, um eine präzise Steuerung zu ermöglichen. Dies kann beispielsweise an einer Lenksäule, einem Bremssystem oder einem Antrieb für Kraftfahrzeuge, besonders Elektro- und Hybridfahrzeuge, notwendig sein.

[0003] Bei der Auslegung der induktiven Positionssensoren und Integration der Sensoren in bestehende Fahrzeugsysteme muss die Umgebung des Sensors Beachtung finden, da insbesondere Metallelemente, die sich in der Nähe des induktiven Positionssensors befinden, die induktive Kopplung zwischen erster Erregerspule und erstem Empfangssystem beeinflussen können, wobei es zu einer Beeinflussung der induzierten Spannungssignale in das Empfangssystem kommen kann.

[0004] Um dennoch induktive Positionssensoren in solcher Umgebung einsetzen zu können, sind daher entsprechende Maßnahmen erforderlich, die den Einfluss der Metallelemente minimieren.

[0005] Aus dem Stand der Technik sind induktive Positionssensoren bekannt, die eine Abschirmung aufweisen, um die störenden Einflüsse des Metallelementes zu verringern. Ein Nachteil an dieser Vorgehensweise sind insbesondere die höheren Kosten, die durch eine Abschirmung des Sensors gegenüber Metallelementen den Sensor verteuern. Eine solche Abschirmung muss für jede Anwendung individuell ausgelegt werden, was in der Regel durch empirische Untersuchungen erfolgt. Eine solche Abschir-

mung kann zum Beispiel durch eine Metallschicht, ein Metallgitter oder Metallnetz in einer Leiterplatte gebildet werden. Üblicherweise wird diese Abschirmung als zusätzliche Lage einer mehrlagigen Leiterplatte ausgeführt auf der das erste Statorelement angeordnet ist. Die Möglichkeiten dieser Maßnahmen sind begrenzt. Eine Verringerung des Einflusses kann durch diese Abschirmung erreicht werden. Es ist allerdings nicht möglich, den störenden Einfluss komplett zu eliminieren.

[0006] An diesem Punkt setzt die Erfindung an.

[0007] Der Erfindung lag das Problem zu Grunde die bekannten Positionssensoren, insbesondere für Kraftfahrzeuge so zu verbessern, dass der Einfluss eines Metallelementes minimiert wird und die Sensoren gleichzeitig kostengünstig zu fertigen sind.

[0008] Die Aufgabe wird erfindungsgemäß dadurch gelöst, dass das erste Rotorelement und das Metallelement jeweils als Leiterschleife mit einer periodischen Geometrie ausgebildet sind und die Periodizitäten von dem ersten Rotorelement und dem Metallelement in einem vorgegebenen ganzzahligen Verhältnis stehen.

[0009] Dabei kann durch die Geometrie des ersten Rotorelementes und der Metallelementes und dem Verhältnis der Periodizitäten der Einfluss des Metallelementes auf die in das erste Empfangssystem induzierten Spannungssignale minimiert werden.

[0010] Bei dem erfindungsgemäßen induktiven Positionssensor ist es möglich, dass sich der Einfluss des Metallelementes auf die induzierten Spannungssignale durch die Ausführung des ersten Rotorelementes und des Metallelementes als Leiterschleifen und vorgegebenen ganzzahligen Periodizitäten zueinander aufheben. Dadurch ist es möglich auf eine Abschirmung zu verzichten.

[0011] Es besteht die Möglichkeit, dass das erste Statorelement auf einer Leiterplatte angeordnet ist, wobei die Leiterplatte in einem Zwischenraum zwischen und mit Abstand zu dem ersten Rotorelement und dem Metallelement angebracht ist und die Leiterplatte für elektrische und/oder magnetische Felder und/oder elektromagnetische Wellen durchlässig ist, da in der Leiterplatte keine Abschirmung vorgesehen ist.

[0012] Durch den Verzicht auf eine Abschirmung innerhalb der Leiterplatte kann auf eine zusätzliche Lage verzichtet werden. Da jede zusätzliche Lage Kosten verursacht, ist es wünschenswert die Leiterplatte so kompakt wie möglich auszuführen.

[0013] Es kann vorgesehen sein, dass die Geometrie der Leiterschleife des ersten Rotorelementes und

des Metallelementes durch zwei Kreisbahnen mit unterschiedlichen Radien um Mittelpunkte auf der gemeinsame Welle beschrieben werden kann, wobei ein erster Radius einer ersten der beiden Kreisbahnen kleiner als ein zweiter Radius einer zweiten der beiden Kreisbahnen ist und jeweils ein Abschnitt der Leiterschleife abwechselnd periodisch auf der ersten oder der zweiten Kreisbahn verläuft und die Enden der Abschnitte durch eine radiale Verbindung zwischen den Kreisbahnen mit den jeweils benachbarten Abschnitten auf der jeweils anderen Kreisbahn verbunden sind.

[0014] Die sich hierdurch ergebende Geometrie des ersten Rotorelementes und des Metallelementes entspricht der äußeren Kontur eines Rotors mit einer Anzahl an Flügeln und Lücken. Es kann daher vorgesehen sein, dass jeweils der Abschnitt der Leiterschleife auf der Kreisbahn mit dem zweiten Radius einen Flügel und jeweils der Abschnitt der Leiterschleife auf der Kreisbahn mit dem ersten Radius eine Lücke bildet, wobei jeweils ein Flügel und eine Lücke die Periodizität des ersten Rotorelementes und des Metallelementes bestimmen.

[0015] Um den Einfluss des Metallelementes auf das erste Empfangssystem zu minimieren kann es vorteilhaft sein, dass das Verhältnis der Periodizitäten von dem ersten Rotorelement und dem Metallelement bei 1:2 oder 2:1 liegt.

[0016] Dies bedeutet, dass die Periodizität des ersten Rotorelementes entweder der halben oder der doppelten Periodizität des Metallelementes entspricht. Die Kombination aus der Geometrie und der Periodizität führt hierbei zu einer Minimierung des Einflusses.

[0017] Es besteht die Möglichkeit, dass das erste Empfangssystem mindestens zwei, bevorzugt drei erste Leiterschleifen aufweist. Weiterhin kann es vorgesehen sein, dass die ersten Leiterschleifen jeweils eine sich periodisch wiederholende Schleifenstruktur ausbilden. Besonders vorteilhaft kann es vorgesehen sein, dass die Windungsrichtung der ersten Leiterschleifen der periodisch wiederholenden Schleifenstruktur ändert, wobei durch die Änderung der Windungsrichtung eine Fläche aufgespannt wird. Durch die Änderung der Windungsrichtung ändert sich der Integrationsweg der von den ersten Leiterschleifen periodisch aufgespannten Flächen. Das von dem ersten Rotorelement in das erste Empfangssystem eingekoppelte Magnetfeld führt zu einer Signalspannungsamplitude an der Leiterschleife die proportional dem Ausdruck $\int B_r dA$ (B_r : vom Rotorelement hervorgerufene Magnetfeldstärke in der ersten Leiterschleife, A : von der ersten Leiterschleife aufgespannte Fläche) ist. Durch die Änderung der Windungsrichtung ändert sich die Ausrichtung der Flächennormalen dA

, was dazu führt, dass das Vorzeichen des berechneten Integrals abwechselnd positiv und negativ ist.

[0018] Dabei kann es vorgesehen sein, dass die Periodizität der Schleifenstruktur jeweils einer ersten Leiterschleife mit der Periodizität der Geometrie des ersten Rotorelementes übereinstimmt. In diesem Fall ändert sich das Vorzeichen des eingekoppelten Magnetfeldes mit der gleichen Periodizität wie das Vorzeichen der ersten Leiterschleifen. Ist das eingekoppelte Signal in den periodisch aufgespannten Flächen gleich, heben sich die Signalanteile gegenseitig auf.

[0019] Es besteht die Möglichkeit, dass das erste Rotorelement und/oder das Metallelement als Stanzteil und/oder Laserteil ausgeführt sind. Besonders das Fertigungsverfahren als Stanzteil ermöglicht die Produktion von hohen Stückzahlen, was zu einer Kostenoptimierung führen kann. Eine Ausführung als Laserteil ermöglicht insbesondere eine hohe Flexibilität bei der Fertigung und die Möglichkeit auf besondere Vorgaben eingehen zu können.

[0020] Es kann vorgesehen sein, dass das Metallelement als zweites Rotorelement ausgeführt ist. Durch einen derartigen Aufbau des induktiven Positionssensors wäre es beispielsweise möglich zwei Drehwinkel an einer Welle zu messen, zum Beispiel um die Torsion der Welle, zum Beispiel einer Lenksäule eines Kraftfahrzeuges zu bestimmen.

[0021] Vorteilhafterweise kann es vorgesehen sein, dass ein zweites Statorelement eine zweite Erregerspule und ein zweites Empfangssystem mit mindestens zwei, bevorzugt drei zweiten Leiterschleifen aufweist, wobei das Signal der zweiten Erregerspule in das zweite Empfangssystem einkoppelt, wobei die Stärke des Signals von dem zweiten Rotorelement bestimmt ist. In diesem Fall wäre es möglich einen Wert für das zweite Rotorelement zu bestimmen und mit dem ersten Rotorelement in Beziehung zu setzen.

[0022] Weiterhin kann vorgesehen sein, dass ein zweites Statorelement ein zweites Empfangssystem mit mindestens zwei, bevorzugt drei zweiten Leiterschleifen aufweist, wobei das Signal der ersten Erregerspule in das zweite Empfangssystem einkoppelt und wobei die Stärke des Signals von dem zweiten Rotorelement beeinflusst ist. Die erste Erregerspule erzeugt dann sowohl das Signal für das erste Empfangssystem als auch für das zweite Empfangssystem. In diesem Falle kann auch die zweite Erregerspule verzichtet werden.

[0023] Es besteht die Möglichkeit, dass das zweite Statorelement auf der Leiterplatte angeordnet ist. In diesem Fall ist eine platzsparende Bauweise des induktiven Positionssensors möglich.

[0024] Anhand der beigefügten Zeichnungen wird die Erfindung nachfolgend näher erläutert. Dabei zeigt:

Fig. 1 eine Seitenansicht einer schematischen Darstellung eines induktiven Positionssensors gemäß einem bevorzugten Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung

Fig. 2 eine schematische Darstellung eines Rotorelementes und/oder eines Metallelementes

Fig. 3 eine schematische Darstellung der Strukturen von Rotorelement und Metallelement sowie des ersten Empfangssystems für ein erstes Verhältnis der Periodizitäten mit zugehöriger Orientierung des magnetischen Feldes und der Flächennormalen dA

Fig. 4 eine schematische Darstellung der Strukturen von Rotorelement und Metallelement sowie des ersten Empfangssystems für ein zweites Verhältnis der Periodizitäten mit zugehöriger Orientierung des magnetischen Feldes und der Flächennormalen dA

[0025] Ein induktiver Positionssensor **1**, der gemäß einem bevorzugten Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung aufgebaut ist, umfasst eine Leiterplatte **103** auf der das erste Statorelement angeordnet ist.

[0026] Weiterhin umfasst der induktive Positionssensor **1** ein erstes Rotorelement **200** und ein Metallelement **201**, wobei die Leiterplatte **103** zwischen dem ersten Rotorelement **200** und dem Metallelement **201** mit einem Abstand zu beiden angeordnet ist. Das Rotorelement **200** und das Metallelement **201** sind koaxial auf einer gemeinsamen Welle **300** angebracht. Das erste Rotorelement **200** und das Metallelement **201** sind relativ zueinander und relativ zur Leiterplatte **103** drehbar angeordnet.

[0027] Die Leiterplatte **103** weist an ihrer dem ersten Rotorelement **200** zugewandten Seite das erste Statorelement auf, welches eine erste Erregerspule **101** sowie ein erstes Empfangssystem **100** umfasst. Das erste Empfangssystem **100** umfasst zwei, bevorzugt drei erste Leiterschleifen. Die ersten Leiterschleifen bilden eine sich periodisch wiederholende Schleifenstruktur aus, welche durch eine Änderung der Windungsrichtung eine Fläche aufspannen.

[0028] Der induktive Positionssensor **1** weist eine hier nicht explizit dargestellte Oszillatorschaltung auf, die während des Betriebs des induktiven Positionssensors **1** ein periodisches Wechselspannungssignal erzeugt und in die erste Erregerspule **101** Einkoppelt. Das erste Rotorelement **200** beeinflusst bei seiner Verdrehung die Stärke der induktiven Kopplung zwischen der ersten Erregerspule **101** und dem ersten Empfangssystem **100**.

[0029] Durch die Beeinflussung der Stärke der induktiven Kopplung zwischen erster Erregerspule **101** und erstem Empfangssystem **100** durch das erste Rotorelement **200** in Abhängigkeit seiner Winkelposition relativ zu dem ersten Statorelement, kann der Winkel zwischen erstem Rotorelement **200** und erstem Empfangssystem **100** bestimmt werden. Dieser Winkel ist für viele Anwendungen, insbesondere in einem Kraftfahrzeug von immer größer werdender Bedeutung. Der induktive Positionssensor **1** weist eine nicht explizit dargestellte Auswerteschaltung zur Bestimmung der Winkelposition des ersten Rotorelementes **200** relativ zum Statorelement aus den in das erste Empfangssystem **100** eingekoppelten Signalen auf.

[0030] Das Metallelement **201**, welches auf der anderen Seite der Leiterplatte **103** angeordnet ist, kann die induktive Kopplung zwischen erster Erregerspule **101** und dem ersten Empfangssystem **100** beeinflussen. Dieser Einfluss ist unerwünscht, da er sich mit dem Einfluss des ersten Rotorelementes **200** überlagert und eine genaue Bestimmung der Winkelposition zwischen erstem Rotorelement **200** und erstem Empfangssystem **100** erschwert.

[0031] Um den Einfluss des Metallelementes **201** zu minimieren, weist der induktive Positionssensor **1** ein erstes Rotorelement **200** und ein Metallelement **201** auf, das jeweils als Leiterschleife mit einer periodischen Geometrie ausgebildet ist und die Periodizität von dem ersten Rotorelement **200** und dem Metallelement **201** in einem vorgegeben ganzzahligen Verhältnis zueinander steht. Es hat sich gezeigt, dass es besonders vorteilhaft ist, wenn das Verhältnis der Periodizitäten bei 1:2 oder 2:1 liegt.

[0032] Weiterhin stimmt die Periodizität des ersten Rotorelementes **200** mit der Periodizität der Schleifenstruktur jeweils einer Leiterschleife des ersten Empfangssystems **100** überein.

[0033] **Fig. 2** zeigt den schematischen Aufbau eines ersten Rotorelementes **200** und/oder eines Metallelementes **201**, wobei das Metallelement **201** im Wesentlichen der Geometrie des ersten Rotorelementes **200** entspricht und sich die beiden durch ihre Periodizität unterscheiden können.

[0034] Wie in **Fig. 2** erkennbar wird durch die Leiterschleife die äußere Kontur des ersten Rotorelementes **200** bzw. des Metallelementes **201** nachgebildet. Erkennbar sind die Abschnitte der Leiterschleife am äußeren Radius des Elementes. Diese können als Flügel angenommen werden. Die Abschnitte der Leiterschleife am inneren Radius können als Lücke angenommen werden. Hierbei definieren jeweils ein Flügel und eine Lücke die Periodizität.

[0035] Auf Grund des ganzzahligen Verhältnisses der Periodizitäten zwischen erstem Rotorelement **200** und Metallelement **201** sowie der Geometrie der beiden Elemente kann der Einfluss des Metallelementes **201** auf die in das erste Empfangssystem **100** induzierten Spannungssignale minimiert werden. Es ist möglich, den Einfluss nahezu komplett zu eliminieren. Zur Veranschaulichung zeigt **Fig. 3** eine schematische Darstellung der Strukturen von erstem Rotorelement **200** und Metallelement **201** sowie des ersten Empfangssystems **100** für zwei Periodizitäten mit zugehöriger Orientierung des magnetischen Feldes und der Flächennormalen $d\mathbf{A}$.

[0036] Im Wesentlichen treten bei einem gewünschten Verhältnis der Periodizitäten von 1:2 oder 2:1 zwei Anwendungsfälle auf. In **Fig. 3** und **Fig. 4** werden diese zwei Anwendungsfälle mit einer unterschiedlichen Periodizität betrachtet. **Fig. 3** und **Fig. 4** zeigen mögliche Strukturen **400**, **402** eines ersten Rotorelementes **200** und/oder eines Metallelementes **201** und zwei mögliche unterschiedliche Strukturen **401**, **403** eines ersten Empfangssystems **100**. Die eingezeichneten Pfeile in den Strukturen **400**, **401**, **402**, **403** entsprechen dabei dem Integrationsweg, bzw. der angenommenen Stromrichtung. Die Darstellung erfolgt entlang des Drehwinkels φ .

[0037] Die möglichen ersten Empfangssysteme **401** und **403** setzen sich dabei aus der periodischen Wiederholung der beiden Flächenhälften **401.1** und **401.2**, bzw. **403.1** und **403.2**, zusammen, wobei die jeweiligen Hälften aufgrund der Änderung der Windungsrichtung eine unterschiedliche Flächennormale $d\mathbf{A}$ aufweisen. Der Einfluss des Metallelementes **201** auf das erste Empfangssystem **100** soll nun für die in **Fig. 3** und **Fig. 4** dargestellten Kombinationen der Strukturen **400**, **401**, **402**, **403** des Rotorelementes **200** und des Metallelementes **201** sowie einem ersten Empfangssystem **100** betrachtet werden.

[0038] **Fig. 3** zeigt den Anwendungsfall, dass die Periodizitäten des ersten Rotorelementes **200** und des Metallelementes **201** in einem Verhältnis 1:2 liegt. In **Fig. 3** entspricht das erste Empfangssystem **100** der Struktur **401** und das erste Rotorelement **200** der Rotorstruktur **400**. Das Metallelement **201** wird mit der Struktur **402** dargestellt. Erkennbar ist die Periodizität des Metallelementes **402** kleiner als die Periodizität des ersten Empfangssystems **100**.

[0039] **Fig. 4** zeigt den Anwendungsfall, dass die Periodizitäten des ersten Rotorelementes **200** und des Metallelementes **201** in einem Verhältnis 2:1 liegt. In **Fig. 4** ist das Metallelement **201** mit der Struktur **400**, das erste Rotorelement **200** mit der Rotorstruktur **402** und das erste Empfangssystem **100** mit der Struktur **403** realisiert. Erkennbar ist in diesem zweiten Fall die Periodizität des Metallelementes **201** größer als die Periodizität des ersten Empfangssystems **100**.

[0040] In beiden Fällen liegen die Periodizitäten des Metallelementes **201** und des ersten Rotorelementes **200** in einem ganzzahligen Verhältnis zueinander. Das erste Rotorelement und das erste Empfangssystem **100** weisen in beiden betrachteten Fällen die gleichen Periodizitäten auf. So entspricht die Periodizität des Metallelementes **201** in **Fig. 3** der halben Periodizität und in **Fig. 4** der doppelten Periodizität des ersten Empfangssystems **100**.

[0041] In **Fig. 3** ist zu erkennen, dass die Periodizität des Metallelementes **201** mit der Struktur **402** der halben Strukturbreite **401.1** entspricht. Der Einfluss des Metallelementes **201** ist somit in den jeweiligen Hälften **401.1** und **401.2** betragsmäßig für beliebige Winkelbeziehungen zwischen dem Metallelement **201** und dem ersten Empfangssystem **100** identisch. Aufgrund der verschiedenen Orientierung der Flächennormalen $d\mathbf{A}$, haben diese jedoch ein gegensätzliches Vorzeichen, sodass sich die beiden Beiträge exakt aufheben. Dabei ist auch zu erkennen, dass eine Variation in der Geometrie sowohl in des ersten Empfangssystems **401**, zum Beispiel durch einen zusätzlichen Abstand zwischen Hin- und Rückwicklung, als auch in der Rotorstruktur **402**, zum Beispiel durch Variation der Flügelbreite, sich im Wesentlichen kompensieren.

[0042] In **Fig. 4** ist zu erkennen, dass die Periodizität des Metallelementes **201** mit der Struktur **400** der doppelten Strukturbreite **403.1** entspricht. Der Einfluss des Metallelementes **201** ist dabei betragsmäßig identisch in den beiden Hälften **403.1** und **403.2**. Aufgrund der verschiedenen Orientierung der Flächennormalen $d\mathbf{A}$ haben beide Beiträge ein entgegengesetztes Vorzeichen. Es ist jedoch zu erkennen, dass bereits kleine Abweichungen, wie beispielsweise eine größere Breite der Flügel **500** in der Rotorstruktur **400**, dazu führen, dass sich die Beiträge betragsmäßig verändern und nicht mehr identisch sind. Somit würde sich ein Einfluss des Metallelementes **201** mit der Struktur **400** auf das erste Empfangssystem **100** mit der Struktur **403** ergeben. Da das erste Empfangssystem **100** im Wesentlichen auf einer Leiterplatte **103** mit mehreren Lagen realisiert wird, müssen solche Einflüsse berücksichtigt werden. Durch Anpassung der Periodizität bei dem Metallelement **400** lässt sich ein Minimum des Einflusses bestimmen. Dabei kann das Minimum im Wesentlichen anhand von Simulationen oder Messungen gefunden werden. Durch geeignete Wahl der Periodizität, ist es somit möglich die direkte Kopplung zwischen dem Metallelement **201** und dem ersten Empfangssystem **100** im Wesentlichen zu kompensieren.

[0043] Jedoch können zusätzliche Kopplungen zwischen dem ersten Rotorelement **200** und dem Metallelement **201** in beiden betrachteten Fällen auftreten, die ebenfalls berücksichtigt werden müssen.

[0044] Eine Minimierung des Einflusses zwischen erstem Rotorelement **200** und Metallelementes **201** kann erreicht werden, wenn an die Geometrie des ersten Rotorelementes **200** und des Metallelementes **201** Anforderungen gestellt werden und eine Geometrie wie in **Fig. 2** gezeigt genutzt wird.

[0045] Aufgrund der zeitlichen Veränderung des Stromes tritt eine Induktion vom ersten Rotorelement **200** in das Metallelement **201** und umgekehrt auf. Dabei wird das magnetische Feld des ersten Rotorelementes **200** aufgrund des Metallelementes **201** verändert, was sich auf die in das erste Empfangssystem **100** induzierten Spannungssignale auswirkt. Der Einfluss hängt dabei maßgeblich von der Geometrie des ersten Rotorelementes **200** und der Metallelementes **201** sowie den Periodizitäten ab.

[0046] Bei der Verwendung der in **Fig. 2** dargestellten Geometrie zeigt sich Folgendes: Für den in **Fig. 3** gezeigten Anwendungsfall folgt, dass bei einer doppelten Periodizität des Metallelementes **201** gegenüber der des ersten Rotorelements **200** ein von dem Drehwinkel unabhängiger Einfluss des Metallelementes **201** auf das erste Rotorelement **100** und somit auf das erste Empfangssystem **100** entsteht. Für den in **Fig. 4** gezeigten Anwendungsfall gilt, dass die durch das Metallelement **201** herbeigeführte Änderung des magnetischen Feldes des ersten Rotorelementes **200** sich gleichmäßig auf die beiden Empfangsstrukturhälften **403.1** und **403.2** auswirkt. Dementsprechend lässt sich kein Einfluss des Metallelementes **201** beobachten. Durch Verwendung einer Geometrie wie in **Fig. 2** gezeigt ist es somit möglich den Einfluss des Metallelementes **201** auf die in das erste Empfangssystem **100** induzierten Spannungssignale aufzuheben.

Bezugszeichenliste

1	Induktiver Positionssensor
100	erstes Empfangssystem
101	erste Erregerspule
103	Leiterplatte
200	erstes Rotorelement
201	Metallelement
300	gemeinsame Welle
400, 402	Darstellung der Struktur des ersten Rotorelementes und/oder des Metallelementes

401, 403	Darstellung der Struktur des ersten Empfangssystems
401.1, 401.2, 403.1, 403.2	Empfangsstrukturhälften
500	Flügel des ersten Rotorelementes und/oder des Metallelementes
501	Lücke des ersten Rotorelementes und/oder des Metallelementes
dA	Flächennormale
B11, B12, B21, B22	magnetisches Feld

Patentansprüche

1. Induktiver Positionssensor (1), insbesondere für ein Kraftfahrzeug,
 - mit einem ersten Statorelement, welches eine mit einer periodischen Wechselspannung beaufschlagte erste Erregerspule (101), sowie ein erstes Empfangssystem (100) aufweist, wobei das Signal der ersten Erregerspule (101) in das erste Empfangssystem (100) induktiv einkoppelt,
 - mit einem ersten Rotorelement (200), welches die Stärke der induktiven Kopplung zwischen erster Erregerspule (101) und erstem Empfangssystem (100) in Abhängigkeit seiner Winkelposition relativ zum ersten Statorelement beeinflusst,
 - mit einem Metallelement (201), wobei das Metallelement (201) und das erste Rotorelement (200) drehfest auf einer Welle (300) angeordnet sind,
 - mit einer Auswerteschaltung zur Bestimmung der Winkelposition des ersten Rotorelementes (200) relativ zum ersten Statorelement aus den in das erste Empfangssystem induzierten Spannungssignalen, **dadurch gekennzeichnet**, dass das erste Rotorelement (200) und das Metallelement (201) jeweils als Leiterschleife mit einer periodischen Geometrie ausgebildet sind und die Periodizitäten von dem ersten Rotorelement (200) und dem Metallelement (201) in einem vorgegebenen ganzzahligen Verhältnis stehen.

2. Induktiver Positionssensor (1) nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass das erste Statorelement auf einer Leiterplatte (103) angeordnet ist, wobei die Leiterplatte (103) in einem Zwischenraum zwischen und mit Abstand zu dem ersten Rotorelement und dem Metallelement angebracht ist und die Leiterplatte (103) für elektrische und/oder magnetische Felder und/oder elektromagnetische Wellen durchlässig ist.

3. Induktiver Positionssensor (1) nach Anspruch 1 bis 2, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Geo-

metrie der Leiterschleife des ersten Rotorelementes (200) und des Metallelementes (201) durch jeweils zwei Kreisbahnen mit unterschiedlichen Radien um auf der Welle liegende Mittelpunkte beschrieben werden kann, wobei jeweils ein erster Radius einer ersten der beiden Kreisbahnen kleiner als ein zweiter Radius einer zweiten der beiden Kreisbahnen ist und jeweils ein Abschnitt der Leiterschleife abwechselnd periodisch auf der ersten oder der zweiten Kreisbahn verläuft und die Enden der Abschnitte durch eine radiale Verbindung zwischen den Kreisbahnen mit den jeweils benachbarten Abschnitten auf der jeweils anderen Kreisbahn verbunden sind.

4. Induktiver Positionssensor (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet**, dass jeweils der Abschnitt der Leiterschleife auf der Kreisbahn mit dem zweiten Radius einen Flügel (500) und jeweils der Abschnitt der Leiterschleife auf der Kreisbahn mit dem ersten Radius eine Lücke (501) bildet, wobei jeweils ein Flügel (500) und eine Lücke (501) die Periodizität des ersten Rotorelementes (200) und des Metallelementes (201) bestimmen.

5. Induktiver Positionssensor (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 4, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Verhältnis der Periodizitäten von dem ersten Rotorelement (200) und dem Metallelement (201) bei 1:2 oder 2:1 liegt.

6. Induktiver Positionssensor (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 5, **dadurch gekennzeichnet**, dass das erste Empfangssystem mindestens zwei, bevorzugt drei erste Leiterschleifen aufweist.

7. Induktiver Positionssensor (1) nach Anspruch 6, **dadurch gekennzeichnet**, dass die ersten Leiterschleifen jeweils eine sich periodisch wiederholende Schleifenstruktur ausbilden.

8. Induktiver Positionssensor (1) nach einem der Ansprüche 7 bis 8, **dadurch gekennzeichnet**, dass eine Windungsrichtung der ersten Leiterschleifen der periodisch wiederholenden Schleifenstruktur ändert, wobei durch die Änderung der Windungsrichtung eine Fläche aufgespannt wird.

9. Induktiver Positionssensor (1) nach einem der Ansprüche 6 bis 8, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Periodizität der Schleifenstruktur jeweils einer ersten Leiterschleife mit der Periodizität der Geometrie des ersten Rotorelementes (200) übereinstimmt.

10. Induktiver Positionssensor (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 9, **dadurch gekennzeichnet**, dass das erste Rotorelement (200) und/oder das Metallelement (201) als Stanzteil und/oder Laserteil ausgeführt ist.

11. Induktiver Positionssensor (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 10, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Metallelement (201) ein zweites Rotorelement ist.

12. Induktiver Positionssensor (1) nach Anspruch 11, **dadurch gekennzeichnet**, dass ein zweites Statorelement eine zweite Erregerspule und ein zweites Empfangssystem mit mindestens zwei, bevorzugt drei zweiten Leiterschleifen aufweist, wobei das Signal der zweiten Erregerspule in das zweite Empfangssystem einkoppelt und wobei die Stärke des Signals von dem zweiten Rotorelement beeinflusst ist.

13. Induktiver Positionssensor (1) nach Anspruch 11, **dadurch gekennzeichnet**, dass ein zweites Statorelement ein zweites Empfangssystem mit mindestens zwei, bevorzugt drei zweiten Leiterschleifen aufweist, wobei das Signal der ersten Erregerspule in das zweite Empfangssystem einkoppelt und wobei die Stärke des Signals von dem zweiten Rotorelement beeinflusst ist.

14. Induktiver Positionssensor (1) nach den Ansprüchen 2 und 12 oder nach den Ansprüchen 2 und 13, **dadurch gekennzeichnet**, dass das zweite Statorelement auf der Leiterplatte (103) angeordnet ist.

Es folgen 2 Seiten Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

Fig. 1

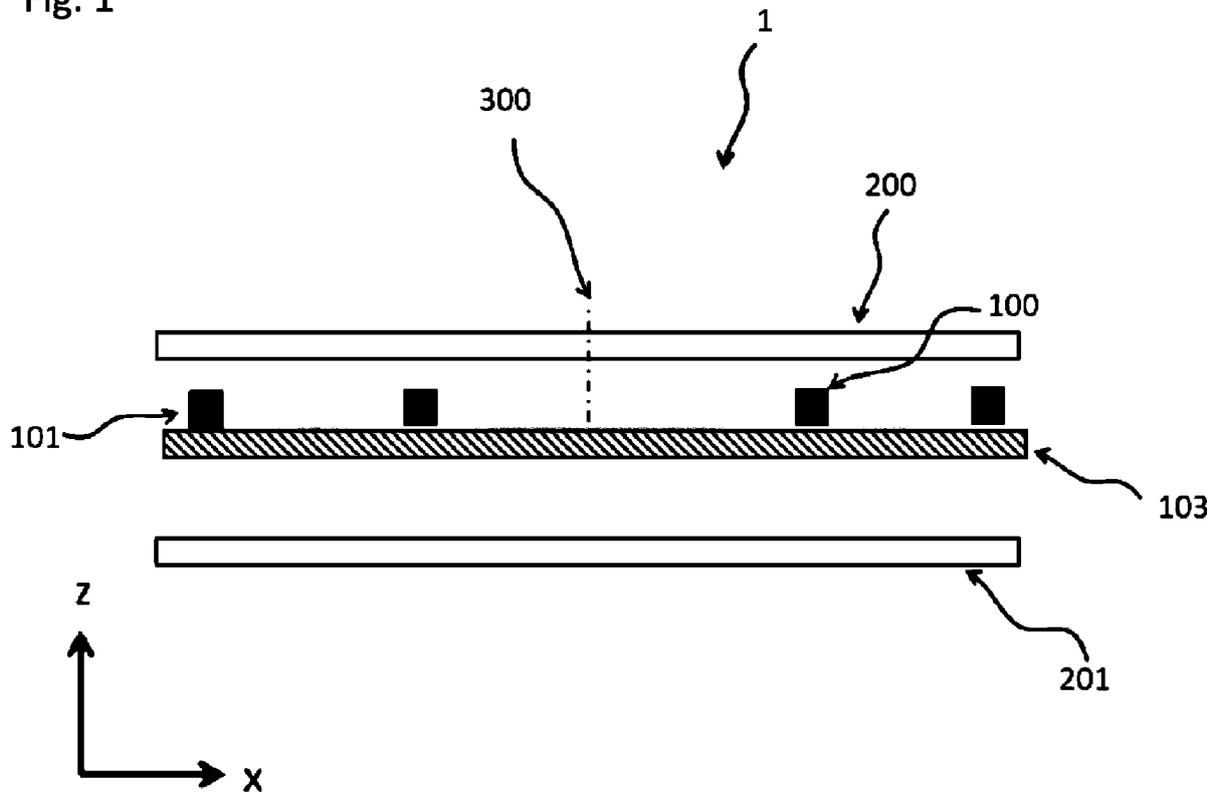


Fig. 2

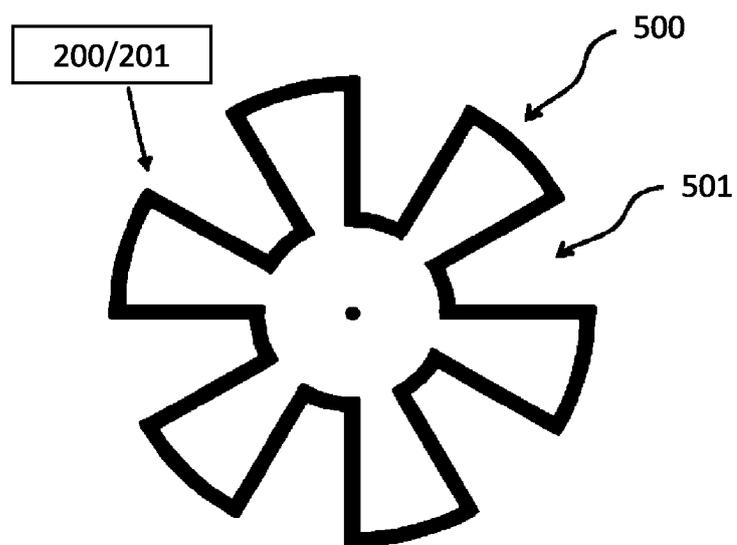


Fig. 3

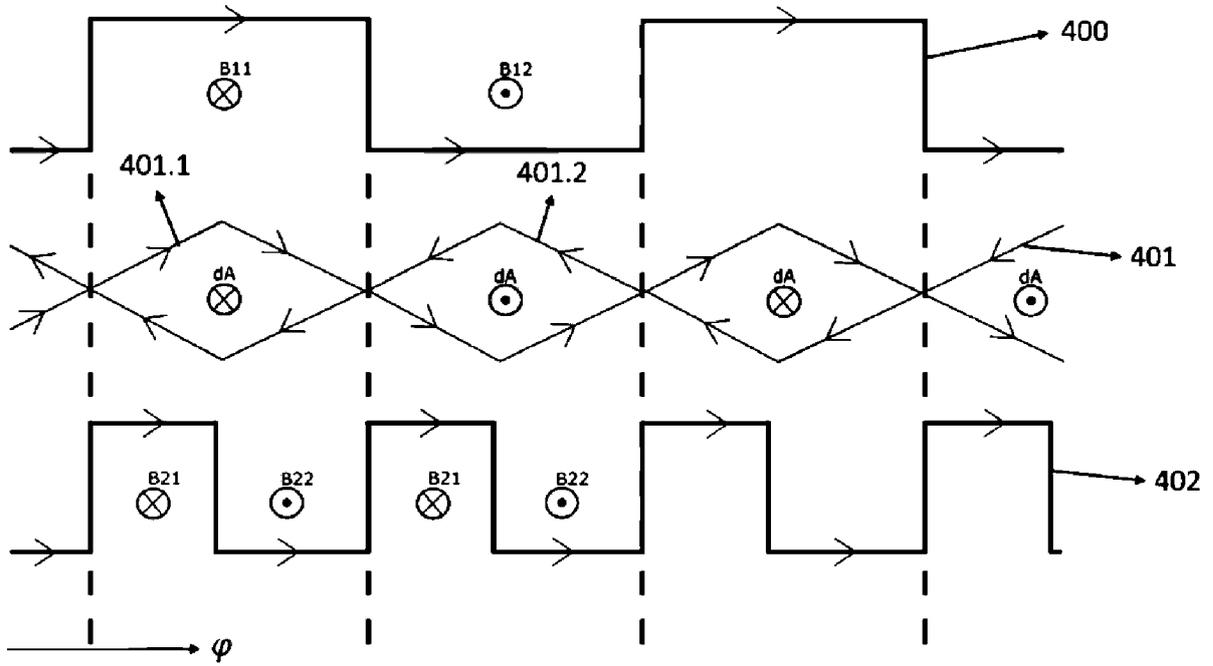


Fig. 4

